



③⑩ Unionspriorität:
P 2001-351177 16. 11. 2001 JP

⑦① Anmelder:
MITSUBISHI FUSO TRUCK AND BUS CORP.,
Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

⑦② Erfinder:
Tanabe, Keiki, Tokio/Tokyo, JP; Nakayama, Shinji,
Tokio/Tokyo, JP; Kohketsu, Susumu, Tokio/Tokyo,
JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤④ Kraftstoffeinspritzvorrichtung eines Motors
- ⑤⑦ Durch Einstellung eines Umschaltzeitpunkts einer Umschalteneinrichtung, die eine Hochdruck-Kraftstoffquelle oder eine Niederdruck-Kraftstoffquelle mit einem Injektor verbindet, vor einem Zeitpunkt, zu dem ein Injektor eine Hochdruck-Kraftstoffeinspritzung beendet, wird Leckkraftstoff oder Rücklaufkraftstoff reduziert, und eine Motorbelastung wird reduziert und daher der Kraftstoffverbrauch verbessert.

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung, die in der Lage ist, den Kraftstoffverbrauch zu verbessern, indem Rücklaufkraftstoff und Leckkraftstoff reduziert werden, während eine ausgezeichnete Form einer Einspritzraten-Wellenform aufrechterhalten wird.

[0002] Eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit gemeinsamen Verteilerrohr (common rail) ist als eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung eines Dieselmotors bekannt. Gemäß einer solchen Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit gemeinsamem Verteilerrohr können der Einspritzdruck und der Einspritzzeitpunkt unabhängig voneinander gesteuert werden. Folglich wird die Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit gemeinsamen Verteilerrohr eine Hauptströmung als Einspritzsystem eines Dieselmotors für ein Automobil. Jedoch wird gemäß einer herkömmlichen Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit gemeinsamen Verteilerrohr dafür gesorgt, daß ein Zeitpunkt des Schließens eines Steuerventils (erstes Steuerventil) zur Steuerung, eine Kraftstoffeinspritzung durch den Injektor zu starten und zu stoppen, und ein Zeitpunkt des Schließens eines Steuerventils (zweites Steuerventil) zur Steuerung, dem Injektor Hochdruck-Kraftstoff zuzuführen und ihn zu sperren, miteinander zusammenfallen, um eine stabile Einspritzraten-Wellenform bereitzustellen. Falls notwendig, wird der Zeitpunkt des Schließens des zweiten Steuerventils bezüglich des Zeitpunkts des Schließens des ersten Steuerventils verzögert.

[0003] Dies bedeutet, daß eine Zeitspanne verlängert wird, in der Hochdruck-Kraftstoff auf den Injektor und dergleichen wirkt. Daher nimmt der Leckkraftstoff oder Rücklaufkraftstoff zu. Der Leckkraftstoff ist eine kleine Menge Kraftstoff, die aus einem Dichtungsabschnitt des Injektors austritt, wenn der Hochdruck-Kraftstoff auf den Injektor wirkt. Der Rücklaufkraftstoff ist ein Kraftstoff, der aus dem gemeinsamen Verteilerrohr in den Kraftstofftank zurückläuft, ohne zur Kraftstoffeinspritzung beizutragen.

[0004] Die Zunahme des Leckkraftstoffs oder des Rücklaufkraftstoffs bedeutet eine Zunahme des Antriebsarbeitsbetrages einer Kraftstoffzufuhrpumpe zur Lieferung von Kraftstoff an das gemeinsame Verteilerrohr. Als Ergebnis ist der Motor zum Antrieb der Kraftstoffzufuhrpumpe gezwungen, überflüssige Arbeit auszuführen, was einen Faktor einer Verschlechterung des Kraftstoffverbrauchs bildet.

[0005] Die Erfindung löst ein solches Problem, und es ist eine Aufgabe derselben, eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, den Rücklaufkraftstoff oder Leckkraftstoff zur reduzieren, während eine ausgezeichnete Form einer Einspritzraten-Wellenform beibehalten wird, um dadurch den Kraftstoffverbrauch zu verbessern. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale gelöst, die in den Ansprüchen spezifiziert werden.

[0006] Eine erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzvorrichtung eines Motors weist auf: eine Hochdruck-Kraftstoffquelle, die in der Lage ist, einen Hochdruck-Kraftstoff zuzuführen; eine Niederdruck-Kraftstoffquelle, die in der Lage ist, einen Kraftstoff mit einem Druck zuzuführen, der niedriger als ein Kraftstoffdruck der Hochdruck-Kraftstoffquelle ist; eine Umschaltvorrichtung; ein Injektor, der mit der Hochdruck-Kraftstoffquelle und der Niederdruck-Kraftstoffquelle über die Umschaltvorrichtung verbunden ist; und eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Umschaltung der Kraftstoffquellen durch die Umschaltvorrichtung und des Betriebs des Injektors; wobei die Steuereinrichtung die Kraftstoffquelle zur Lieferung des Kraftstoffs an den Injektor von der Hochdruck-Kraftstoffquelle zur Niederdruck-Kraftstoffquelle um eine vorbestimmte Zeitspanne vor ei-

nem Zeitpunkt umschaltet, zu dem der Injektor eine Einspritzung des Hochdruck-Kraftstoffs beendet.

[0007] Da ein Zeitpunkt des Umschaltens der Umschaltvorrichtung zur Auswahl einer der Hochdruck-Kraftstoffquelle und der Niederdruck-Kraftstoffquelle, um mit dem Injektor in Verbindung zu stehen, so festgelegt wird, daß er früher als ein Zeitpunkt ist, zu dem der Injektor die Kraftstoffeinspritzung beendet, wird eine Zeitspanne, in der Hochdruck-Kraftstoff auf den Injektor wirkt, verkürzt, um dadurch den Leckkraftstoff zu vermindern. Im Fall einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit zwei gemeinsamen Verteilerrohren wird eine Zeitspanne, in der Hochdruck auf ein gemeinsames Niederdruck-Verteilerrohr wirkt, verkürzt, um dadurch den Rücklaufkraftstoff zu vermindern. Der Leckkraftstoff oder der Rücklaufkraftstoff wird auf diese Art reduziert, und daher kann eine unwirtschaftliche Zufuhr von Kraftstoff zur Hochdruck-Kraftstoffquelle oder zur Niederdruck-Kraftstoffquelle eingeschränkt werden, und die Belastung des Motors kann reduziert werden, um dadurch den Kraftstoffverbrauch zu verbessern.

[0008] Die Erfindung wird in Verbindung mit den Zeichnungen detaillierter beschrieben. Es zeigen:

[0009] Fig. 1 ein Aufbaudiagramm, das eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit zwei gemeinsamen Verteilerrohren gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0010] Fig. 2A, 2B und 2C erläuternde Ansichten, die eine Einspritzraten-Wellenform einer Stieffelform und einen Betriebszustand eines elektromagnetischen Ventils gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigen;

[0011] Fig. 3A, 3B und 3C erläuternde Ansichten, die eine Einspritzraten-Wellenform einer rechteckigen Form und einen Betriebszustand des elektromagnetischen Ventils gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigen;

[0012] Fig. 4A und 4B charakteristische Diagramme, die erfindungsgemäße Beziehungen zwischen einer Voreilzeit ΔT_{off} und einer Rückflußrate und einer Einspritzmenge zeigen;

[0013] Fig. 5 einen Ablaufplan, der die Operation einer elektronischen Steuervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0014] Fig. 6 ein Aufbaudiagramm, das eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einem Druckerhöhungskolben gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0015] Fig. 7A, 7B und 7C erläuternde Ansichten, die eine Einspritzraten-Wellenform, die eine anfängliche Einspritzung dämpft, und einen Betriebszustand eines elektromagnetischen Ventils gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigen; und

[0016] Fig. 8A, 8B und 8C sind erläuternde Ansichten, die eine Einspritzraten-Wellenform einer rechteckigen Form und einen Betriebszustand des elektromagnetischen Ventils gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigen.

[0017] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0018] Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit zwei gemeinsamen Verteilerrohren

Zuerst wird eine Erläuterung einer ersten Ausführungsform gegeben, in der die Erfindung auf eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit zwei gemeinsamen Verteilerrohren angewendet wird, die ein gemeinsames Hochdruck-Verteilerrohr und ein gemeinsames Niederdruck-Verteilerrohr aufweist.

[0019] Wie durch Fig. 1 gezeigt, setzt gemäß einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit zwei gemeinsamen Verteilerrohren eine Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe 1 Kraftstoff unter Druck, der von einer (nicht dargestellten) Speisepumpe aus dem Inneren eines Kraftstofftanks 2 zugeführt wird, indem sie durch einen Motor, wie einen Verbrennungsmotor angetrieben wird, und liefert den Kraftstoff unter Hochdruck an ein gemeinsames Hochdruck-Verteilerrohr 3. Eine elektronische Steuervorrichtung 4 steuert variabel einen Druckbeaufschlagungshub (Kraftstoffzufuhrmenge), indem sie die Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe 1 gemäß einer Motordrehzahl N_e , die durch einen Motordrehzahlsensor detektiert wird, und einem Gaspedaldruckbetrag (Drosselklappenöffnungsmaß) Acc steuert, der durch einen Drosselklappenöffnungsmaßsensor detektiert wird. Ebenso führt die elektronische Steuervorrichtung 4 eine Rückkopplungssteuerung des Druckbeaufschlagungshubs gemäß dem Kraftstoffdruck durch, der durch einen (nicht dargestellten) Drucksensor detektiert wird, der an dem gemeinsamen Hochdruck-Verteilerrohr 3 vorgesehen ist, um dadurch angepaßt an einen Motorbetriebszustand Hochdruck-Kraftstoff bereitzustellen.

[0020] Hochdruck-Kraftstoff, der von der Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe 1 geliefert wird, wird im gemeinsamen Hochdruck-Verteilerrohr 3 gespeichert. Das gemeinsame Hochdruck-Verteilerrohr 3 ist den jeweiligen Zylindern des Motors gemeinsam und ist über einen Kraftstoffweg 5 mit einem Injektor 6 verbunden. Der Injektor 6 ist mit einem elektromagnetischen Injektorsteuerventil (ersten Steuerventil) 7 versehen, und ein elektromagnetisches Druckumschaltventil (zweites Steuerventil) 8 ist in der Mitte des Kraftstoffwegs 5 angeordnet. Die Ein- und Aussteuerung der elektromagnetischen Ventile 7 und 8 wird durch die elektronische Steuervorrichtung 4 ausgeführt.

[0021] Ein Zweigkraftstoffweg 9 ist von einem Abschnitt des Kraftstoffwegs 5 abgezweigt, der stromabwärts vom elektromagnetischen Druckumschaltventil 8 (Abschnitt der Seite des Injektors 6) liegt, und ein gemeinsames Niederdruck-Verteilerrohr 10 ist über den Zweigkraftstoffweg 9 mit dem Injektor 6 verbunden. Ein Rückschlagventil 11 und eine Öffnung 12 sind mit einer Mitte des Zweigkraftstoffwegs 9 parallel geschaltet, und das Rückschlagventil 11 läßt einen Kraftstofffluß zu, der von einem gemeinsamen Niederdruck-Verteilerrohr 10 zum Injektor 6 geleitet wird. Wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffweg 5 höher als der Kraftstoffdruck im Zweigkraftstoffweg 9 ist, fließt Kraftstoff im Kraftstoffweg 5 über den Zweigkraftstoffweg 9 und die Öffnung 12 in das gemeinsame Niederdruck-Verteilerrohr 10. Ein Druckbegrenzungsventil 13 zur Steuerung des Kraftstoffdrucks des gemeinsamen Niederdruck-Verteilerrohrs 10 ist zwischen dem gemeinsamen Niederdruck-Verteilerrohr 10 und dem Kraftstofftank 2 im Zweigkraftstoffweg 9 vorgesehen. Der Kraftstoffdruck im gemeinsamen Niederdruck-Verteilerrohr 10 kann auf den vorher festgelegten Niederdruck geregelt werden, indem der Druck durch das Druckbegrenzungsventil 13 geregelt wird. Das Druckbegrenzungsventil 13 kann durch die elektronische Steuervorrichtung 4 variabel gesteuert werden.

[0022] Als nächstes wird eine Erläuterung des Betriebs der Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit zwei gemeinsamen Verteilerrohren gegeben, die einen solchen Aufbau aufweist. Unter Kontrolle der elektronischen Steuervorrichtung 4 wird der Kraftstoffdruck im gemeinsamen Hochdruck-Verteilerrohr 3, das heißt der Abgabedruck der Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe 1 so gesteuert, daß er sich an einen Motorbetriebszustand anpaßt, und die Kraftstoffeinspritzzeitspanne (Kraftstoffeinspritzungs-Start- und Endzeitpunkt) wird entsprechend dem Motorbetriebszustand (Mo-

tordrehzahl N_e , Gaspedaldruckbetrag Acc) eingestellt.

[0023] Das gemeinsame Niederdruck-Verteilerrohr 10, der Zweigkraftstoffweg 9 und der Kraftstoffweg 5 stromabwärts vom elektromagnetischen Druckumschaltventil 8 sind mit Kraftstoff gefüllt, dessen Druck durch das Druckbegrenzungsventil 13 auf einen Niederdruck gesteuert wird.

[0024] Die elektronische Steuervorrichtung 4 kann eine Kraftstoffeinspritzraten-Wellenform wie folgt ändern, indem die Zeitpunkte des Ein- und Ausschaltens der elektromagnetischen Ventile 7 und 8 gesteuert werden.

[0025] Wie durch die Fig. 2B und 2C gezeigt, wird, wenn das elektromagnetische Injektorsteuerventil 7 in einem Zustand geöffnet wird, in dem das elektromagnetische Druckumschaltventil 8 geschlossen ist, Kraftstoff mit Niederdruck vom gemeinsamen Niederdruck-Verteilerrohr 10 an den Injektor 6 geliefert, um dadurch Niederdruck-Kraftstoff einzuspritzen.

[0026] Wenn das elektromagnetische Druckumschaltventil 8 im Zeitablauf verzögert geöffnet wird, da das elektromagnetische Injektorsteuerventil 7 geöffnet worden ist, wird Kraftstoff unter Hochdruck vom gemeinsamen Hochdruck-Verteilerrohr 3 an den Injektor 6 geliefert, um dadurch Hochdruck-Kraftstoff einzuspritzen.

[0027] Wenn der Niederdruck-Kraftstoff in einem Anfangszustand der Einspritzzeit eingespritzt wird und der Hochdruck-Kraftstoff um eine vorbestimmte Zeitspanne auf diese Weise verzögert eingespritzt wird, wie durch eine durchgezogene Linie in Fig. 2A gezeigt, nimmt die Einspritzraten-Wellenform eine Stieffelform an.

[0028] Wie durch die Fig. 3B und 3C gezeigt, wird, wenn das elektromagnetische Druckumschaltventil 8 vor dem Öffnen des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 7 geöffnet wird, Kraftstoff unter Hochdruck einer Seite des Kraftstoffwegs 5 stromabwärts vom elektromagnetischen Druckumschaltventil 8 zugeführt. Wenn das elektromagnetische Injektorsteuerventil 7 in einem Zustand geöffnet wird, in dem der Hochdruck-Kraftstoff vorher auf diese Weise zugeführt worden ist, wird unmittelbar nachdem begonnen wird, Kraftstoff einzuspritzen, eine Einspritzmenge schnell erhöht, und es kann eine große Menge Kraftstoff in einer kurzen Zeitspanne eingespritzt werden. Daher nimmt die Einspritzraten-Wellenform in diesem Fall eine im wesentlichen rechteckige Form an, wie durch eine dicke Linie in Fig. 3A gezeigt.

[0029] Auf diese Weise kann durch Steuerung der Zeitpunkte des Öffnens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 7 und des elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 die Form der Einspritzraten-Wellenform verändert werden. Das heißt, die Form der Einspritzraten-Wellenform kann auf die Stieffelform-Einspritzraten-Wellenform, in der, unmittelbar nachdem begonnen wird, Kraftstoff einzuspritzen, die Einspritzmenge allmählich erhöht wird, und auf die rechteckige Einspritzraten-Wellenform gesteuert werden, in der, unmittelbar nachdem begonnen wird, Kraftstoff einzuspritzen, die Einspritzmenge schnell erhöht wird und eine große Menge Kraftstoff eingespritzt wird. Die Form der Einspritzraten-Wellenform kann ferner durch eine andere Form gebildet werden, indem die Zeitpunkte des Öffnens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 7 und des elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 so gesteuert werden, daß sie sich von den oben beschriebenen Zeitpunkten unterscheiden.

[0030] Wenn das elektromagnetische Druckumschaltventil 8 geöffnet ist, wird über die Öffnung 12 des Zweigkraftstoffwegs 9 dem gemeinsamen Niederdruck-Verteilerrohr 10 Kraftstoff unter Hochdruck zugeführt. Der Druck im gemeinsamen Niederdruck-Verteilerrohr 10 wird durch das Druckbegrenzungsventil 13 auf einen vorbestimmten Nie-

derdruck geregelt. Das heißt, wenn der Druck im gemeinsamen Niederdruck-Verteilerrohr 10 größer als der Regel-
druck wird, der durch das Druckbegrenzungsventil 13 gere-
gelt wird, fließt Kraftstoff im gemeinsamen Niederdruck-
Verteilerrohr 10 über das Druckbegrenzungsventil 13 aus
und kehrt zum Kraftstofftank 2 zurück. Der Kraftstoff, der
vom gemeinsamen Niederdruck-Verteilerrohr 10 zum Kraft-
stofftank 2 über das Druckbegrenzungsventil 13 auf diese
Weise zurückkehrt, wird als "Rücklaufkraftstoff" bezeich-
net.

[0031] Wenn ferner dem Injektor 6 Kraftstoff zugeführt
wird (insbesondere, wenn ihm der Hochdruck-Kraftstoff zu-
geführt wird), tritt, da der Kraftstoffdruck hoch ist, Kraft-
stoff aus einem Dichtungsabschnitt des Injektors 6 aus, ob-
wohl dessen Menge klein ist, und kehrt zum Kraftstofftank 2
zurück. Der Kraftstoff, der aus dem Dichtungsabschnitt des
Injektors 6 austritt und auf diese Weise zum Kraftstofftank 2
zurückkehrt, wird als "Leckkraftstoff" bezeichnet.

[0032] Es wird hier eine Erläuterung der Zeitpunkte des
Schließens der elektromagnetischen Ventile (erstes, zweites
Steuerventil) 7 und 8 zu einem Endstadium der Einspritz-
zeit, eines Merkmals der Erfindung, gegeben. Wie in den
Fig. 2B und 2C und den Fig. 3B und 3C durch durchgezo-
gene Linien gezeigt, wird der Zeitpunkt des Schließens des
elektromagnetischen Druckumschaltventils (zweites Steuer-
ventil) 8 so eingestellt, daß er im Zeitablauf um eine vorbe-
stimmte Zeitspanne ΔT_{close} früher als der Zeitpunkt des
Schließens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils
(erstes Steuerventil) 7 liegt. Die vorbestimmte Zeitspanne
 ΔT_{close} wird als ein Zeitintervall (Spanne) berechnet, durch
die die Form der Einspritzraten-Wellenform ausgezeichnet
aufrechterhalten werden kann und eine Öffnungszeitspanne
 ΔT_c des elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 mini-
miert wird (das heißt, eine Zeitspanne, in der Hochdruck-
Kraftstoff auf den Injektor 6 und das gemeinsame Nieder-
druck-Verteilerrohr 10 wirkt, minimiert wird). Ein Verfah-
ren zur Einstellung und Berechnung der vorbestimmten
Zeitspanne wird später beschrieben.

[0033] In der verwandten Technik wird dafür gesorgt, wie
in Fig. 2B und Fig. 3B durch gepunktete Linien gezeigt, daß
der Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen
Druckumschaltventils (zweites Steuerventil) 8 mit dem
Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Injektor-
steuerventils (erstes Steuerventil) 7 zusammenfällt.

[0034] Gemäß der Ausführungsform wird dafür gesorgt,
daß der Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen
Druckumschaltventils 8 vor dem Zeitpunkt des Schließens
des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 7 liegt. Daher
wird eine Zeitspanne, in der Hochdruck-Kraftstoff auf den
Injektor 6 und das gemeinsame Niederdruck-Verteilerrohr
10 wirkt, verkürzt. Als Ergebnis wird Leckkraftstoff aus
dem Injektor 6 oder Rücklaufkraftstoff aus dem gemein-
samen Niederdruck-Verteilerrohr 10 reduziert, und die Arbeit
zum Betreiben der Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe 1
wird reduziert. Folglich wird die Belastung des Motors re-
duziert und der Kraftstoffverbrauch verbessert.

[0035] Es wird hier unter Bezugnahme auf die Fig. 4A
und 4B eine Erläuterung der Beziehungen zwischen einer
Zeitspanne (Voreilzeit ΔT_{off}), die zwischen dem Zeitpunkt
des Schließens des elektromagnetischen Druckumschalt-
ventils 8 und dem Zeitpunkt des Schließens des elektro-
magnetischen Injektorsteuerventils 7 definiert ist, und einer
Durchflußrate des Rücklaufkraftstoffs (Rückflußrate) und
der Einspritzmenge gegeben. In den Fig. 4A und 4B gibt die
Voreilzeit ΔT_{off} eine Zeit vor der Zeit 0 an, wenn das elek-
tromagnetische Injektorsteuerventil 7 geschlossen wird.

[0036] Fig. 4A zeigt die Beziehung zwischen der Voreil-
zeit ΔT_{off} und der Rückflußrate. Obwohl es viele Charakte-

ristika gemäß der Größe oder Kleinheit des Einspritzdrucks
gibt, zeigt die Beziehung, daß je länger die Voreilzeit ΔT_{off}
ist, je mehr wird die Rückflußrate reduziert.

[0037] Fig. 4B zeigt die Beziehung zwischen der Voreil-
zeit ΔT_{off} und der Einspritzmenge. Obwohl es viele Charak-
teristika gemäß der Größe oder Kleinheit des Einspritz-
drucks gibt, zeigt die Beziehung, daß wenn die Voreilzeit
 ΔT_{off} länger als eine bestimmte Zeitspanne wird, die Eins-
spritzmenge reduziert wird und keine angestrebte Einspritz-
raten-Wellenform bereitgestellt wird. Das heißt, wenn in der
Charakteristik der Fig. 4B die Voreilzeit ΔT_{off} länger als
eine bestimmte Zeitspanne wird, wird die Einspritzmenge
auf einen Betrag hinab reduziert, der durch eine herabhän-
gende Charakteristik gezeigt wird.

[0038] Wie durch Fig. 4A gezeigt, wird wenn die Voreil-
zeit ΔT_{off} auf t_1 eingestellt wird, die Rückflußrate r_1 . Wenn
die Voreilzeit ΔT_{off} auf t_2 eingestellt wird, wird die Rück-
flußrate auf r_2 hinab reduziert. Wenn in diesem Fall die Vore-
eilzeit ΔT_{off} auf eine Zeitspanne eingestellt wird, die in der
Lage ist, die Einspritzmenge auf ein Ausmaß sicherzustellen,
das die Einspritzraten-Wellenform nicht beeinflusst,
kann die Rückflußrate reduziert werden, während die Eins-
spritzraten-Wellenform beibehalten wird. Eine solche Zeit-
spanne unterscheidet sich im Einspritzdruck, wie durch Fig.
4A gezeigt, und daher ist es notwendig, den Einspritzdruck
(Kraftstoffdruck) zu berücksichtigen. Ferner unterscheidet
sich eine solche Zeitspanne auch in der Kraftstofftempera-
tur.

[0039] Eine Charakteristik, die in Schritt 2 der Fig. 5 ge-
zeigt wird, zeigt eine Charakteristik, die in der Lage ist, die
Voreilzeit ΔT_{off} zu berechnen, das heißt eine vorbestimmte
Zeitspanne ΔT_{close} , die in der Lage ist, die Rückflußrate zu
reduzieren, während die Einspritzraten-Wellenform entspre-
chend dem Einspritzdruck (Kraftstoffdruck) P und der
Kraftstofftemperatur t_{fuel} beibehalten wird. Gemäß der
Charakteristik ist die vorbestimmte Zeitspanne ΔT_{close} um
so länger, je höher der Einspritzdruck P und je höher die
Kraftstofftemperatur t_{fuel} sind. Eine solche Charakteristik
wird vorher entsprechend einer Charakteristik des jeweili-
gen Motors berechnet, und wird in die elektronische Steuer-
vorrichtung 4 integriert.

[0040] Es wird hier eine Erläuterung einer Berechnungs-
prozedur zur Berechnung der Voreilzeit ΔT_{off} (= vorbe-
stimmte Zeitspanne ΔT_{close}), die in der Lage ist, die Rück-
flußrate zu reduzieren, während die Einspritzraten-Wellen-
form beibehalten wird, und der Öffnungszeitspanne ΔT_c des
elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 unter Bezug-
nahme auf den Ablaufplan der Fig. 5 gegeben.

[0041] Bei Schritt 1 liest die elektronische Steuervorrich-
tung 4 ein Schaltintervall ΔT_o , eine Öffnungszeitspanne ΔT_i
des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 7, den Eins-
spritzdruck P und die Kraftstofftemperatur t_{fuel} . Das Schalt-
intervall ΔT_o , das ein Zeitintervall zwischen dem Zeitpunkt
des Öffnens des elektromagnetischen Ventils 7 und dem
Zeitpunkt des Öffnens des elektromagnetischen Ventils 8 ist,
wird entsprechend der Einspritzraten-Wellenform bestimmt
und beruhend auf dem Motorbetriebszustand (Motor-
drehzahl N_e , Gaspedaldruckbetrag Acc) bestimmt. Die Öff-
nungszeitspanne ΔT_i des elektromagnetischen Injektorsteu-
erventils 7 wird ebenfalls beruhend auf dem Motorbetriebs-
zustand (Motordrehzahl N_e , Gaspedaldruckbetrag Acc) be-
stimmt. Der Einspritzdruck P wird durch den (nicht darge-
stellten) Drucksensor detektiert, der am gemeinsamen
Hochdruck-Verteilerrohr 3 vorgesehen ist. Der Kraftstoff-
druck t_{fuel} wird durch einen (nicht dargestellten) Tempera-
tursensor detektiert, der am gemeinsamen Hochdruck-Ver-
teilerrohr 3 vorgesehen ist.

[0042] Bei Schritt 2 wird eine Charakteristik ausgewählt,

die der Kraftstofftemperatur t_{fuel} entspricht, und unter Verwendung der ausgewählten Charakteristik wird die vorbestimmte Zeitspanne ΔT_{close} entsprechend dem Einspritzdruck P bei dieser Gelegenheit berechnet.

[0043] Bei Schritt 3 wird die Öffnungszeitspanne des elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 durch die folgende Gleichung (1) oder (2) berechnet. Gleichung (1) wird verwendet, wenn der Zeitpunkt des Öffnens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 8 bezüglich des Zeitpunkts des Öffnens des elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 verzögert wird, zum Beispiel wenn die Einspritzraten-Wellenform eine Stieffelform aufweist. Gleichung (2) wird verwendet, wenn der Zeitpunkt des Öffnens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 7 vor dem Zeitpunkt des Öffnens des elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 liegt, das heißt, wenn die Einspritzraten-Wellenform eine rechteckige Form aufweist.

$$\Delta T_c = \Delta T_i - \Delta T_o - \Delta T_{\text{close}} \quad (1)$$

$$\Delta T_c = \Delta T_i + \Delta T_o - \Delta T_{\text{close}} \quad (2)$$

[0044] Die elektronische Steuervorrichtung 4 schließt das elektromagnetische Injektorsteuerventil 7 zu einem Zeitpunkt, an dem die durch die Gleichung (1) oder die Gleichung (2) berechnete Ventilöffnungszeitspanne ΔT_c von einem Zeitpunkt aus verstrichen ist, an dem das elektromagnetische Druckumschaltventil 8 geschlossen wird. Daher wird der Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 um die vorbestimmte Zeitspanne ΔT_{close} früher als der Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 7.

[0045] Wenn die Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 und dem Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 7 länger als die vorbestimmte Zeitspanne ΔT_{close} ist, wird im Endstadium der Einspritzzeitspanne der Hochdruck-Kraftstoff unzureichend, wie durch die strichpunktierten Linien in Fig. 2A und Fig. 3A gezeigt, und die Einspritzraten-Wellenform wird im Endstadium der Einspritzzeitspanne deutlich verformt. Folglich wird das gewünschte Ausgangsdrehmoment nicht bereitgestellt und ein Problem verursacht. Schließlich kann, indem die Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Druckumschaltventils 8 und dem Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 7 durch die vorbestimmte Zeitspanne ΔT_{close} gebildet wird, der Leckkraftstoff oder der Rücklaufkraftstoff reduziert werden, während die Einspritzraten-Wellenform ausgezeichnet beibehalten wird.

[0046] Die vorbestimmte Zeitspanne ΔT_{close} , die entsprechend dem Kraftstoffdruck eingestellt wird, kann korrigiert werden, wenn die Kraftstofftemperatur berücksichtigt wird.

Zweite Ausführungsform

Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckerhöhungskolben

[0047] Als nächstes wird eine Erläuterung einer zweiten Ausführungsform gegeben, in der die Erfindung auf eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einem Druckerhöhungskolben angewendet wird, die einen Kraftstoff-Druckerhöhungsmechanismus aufweist. Wie durch Fig. 6 gezeigt, setzt gemäß einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einem Druckerhöhungskolben eine Kraftstoffzufuhrpumpe 21 Kraftstoff unter Druck, der aus einem Kraftstofftank 22 durch eine (nicht dargestellte) Speisepumpe zugeführt wird, indem sie durch einen Motor angetrieben wird, und liefert Kraftstoff mit Niederdruck an ein gemeinsames Verteiler-

rohr 23. Die elektronische Steuervorrichtung 24 steuert variabel einen Druckbeaufschlagungshub (Kraftstoffzufuhrmenge) der Kraftstoffzufuhrpumpe 21 entsprechend einem Motorbetriebszustand.

[0048] Niederdruck-Kraftstoff, der von der Kraftstoffzufuhrpumpe 21 geliefert wird, wird im gemeinsamen Verteilerrohr 23 gespeichert. Das gemeinsame Verteilerrohr 23 ist den jeweiligen Zylindern des Motors gemeinsam und ist mit einem Injektor 27 über einen Kraftstoffweg 26 verbunden, in dem ein Rückschlagventil 25 zwischengeschaltet ist. Der Injektor 27 ist mit einem elektromagnetischen Injektorsteuerventil (erstes Steuerventil) 28 versehen.

[0049] Der Kraftstoff-Druckerhöhungsmechanismus besteht hauptsächlich aus einem Druckerhöhungskolben 30, einer Öffnung 41 und einem elektromagnetischen Druckerhöhungskolbenventil 43. Der Druckerhöhungskolben 30 ist mit einem Zylinder 31, einem Kolben 32 und einer Rückholfeder 33 versehen und ist mit einer Zylinderkammer 34 und einer Druckkammer 35 versehen. Ferner sind ein Abschnitt des Kraftstoffwegs 26 auf einer Seite des gemeinsamen Verteilerrohrs 23 (Stromaufwärtsseite) bezüglich des Rückschlagventils 25 und ein Rückseitenraum des Kolbens 32 (in Fig. 6 Raum im Zylinder auf der rechten Seite des Kolbens 32) durch einen Weg 40 verbunden. Ferner sind ein Abschnitt des Kraftstoffwegs 26 auf einer Seite stromaufwärts vom Rückschlagventil 25 und die Zylinderkammer 34 durch einen Weg 42 verbunden, dem die Öffnung 41 zwischengeschaltet ist. Ferner sind die Zylinderkammer 34 und der Kraftstofftank 22 durch einen Weg 44 verbunden, dem das elektromagnetische Druckerhöhungskolbenventil (zweites Steuerventil) 43 zwischengeschaltet ist. Ferner sind ein Abschnitt des Kraftstoffwegs 26 auf einer Seite des Injektors 27 bezüglich des Rückschlagventils 25 (Stromabwärtsseite) und die Druckkammer 35 durch einen Weg 45 verbunden.

[0050] Eine elektronische Steuervorrichtung 24 kann eine Einspritzraten-Wellenform des Kraftstoffs wie folgt ändern, indem die Zeitpunkte des Ein- und Ausschaltens der elektromagnetischen Ventile 28 und 43 gesteuert werden.

[0051] Wie durch die Fig. 7B und 7C gezeigt, wird, wenn das elektromagnetische Injektorsteuerventil 28 in einem Zustand geöffnet wird, in dem das elektromagnetische Druckerhöhungskolbenventil 43 geschlossen ist, Kraftstoff mit Niederdruck aus dem gemeinsamen Verteilerrohr 23 über den Kraftstoffweg 26 und das Rückschlagventil 25 an den Injektor 27 geliefert, um dadurch Niederdruck-Kraftstoff einzuspritzen.

[0052] Wenn das elektromagnetische Druckerhöhungskolbenventil 43 im Zeitablauf verzögert geöffnet wird, da das elektromagnetische Injektorsteuerventil 28 geöffnet worden ist, fließt Kraftstoff in der Zylinderkammer 34 zum Kraftstofftank 22 aus, indem er durch den Weg 44 geht, der Druck in der Zylinderkammer 34 wird niedriger als der Druck auf der Rückseite des Kolbens 32, der Kolben 32 wird zu einer Seite der Druckkammer 35 gedrückt und der Kraftstoff in der Druckkammer 35 wird unter Hochdruck gebracht und über den Weg 45 an den Injektor 27 geliefert, um dadurch Hochdruck-Kraftstoff einzuspritzen.

[0053] Wenn Niederdruck-Kraftstoff in einem Anfangsstadium einer Einspritzzeitspanne eingespritzt wird und Hochdruck-Kraftstoff um eine vorbestimmte Zeitspanne verzögert eingespritzt wird, wie durch Fig. 7A gezeigt, kann eine Einspritzraten-Wellenform gebildet werden, die eine anfängliche Einspritzung dämpft.

[0054] Wie durch die Fig. 8B und 8C gezeigt, fließt, wenn das elektromagnetische Druckerhöhungskolbenventil 43 vor dem Öffnen des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 28 geöffnet wird, Kraftstoff in der Zylinderkammer 34 zum Kraftstofftank 22 aus, indem er durch den Weg 44 geht, der

Kolben 32 wird bewegt, indem er zur Seite der Druckkammer 35 gedrückt wird, und der Kraftstoff in der Druckkammer 35 wird unter Hochdruck gebracht und einer Seite des Kraftstoffwegs 26 stromabwärts des Rückschlagventils 25 zugeführt. Wenn das elektromagnetische Injektorsteuerventil 28 in einem Zustand geöffnet wird, in dem auf diese Weise Hochdruck-Kraftstoff zugeführt wird, wird die Einspritzmenge unmittelbar nach dem Beginn, Kraftstoff einzuspritzen, schnell erhöht, und es kann eine große Menge Kraftstoff in einer kurzen Zeitspanne eingespritzt werden. Daher nimmt, wie durch Fig. 8A gezeigt, die Einspritzraten-Wellenform in diesem Fall eine im wesentlichen rechteckige Form an.

[0055] Es wird hier eine Erläuterung der Zeitpunkte des Schließens der elektromagnetischen Ventile (erstes, zweites Steuerventil) 28 und 43 in einem Endstadium der Einspritzzeitspanne, eines Merkmals der Erfindung, gegeben. Wie in den Fig. 7B und 7C und den Fig. 8B und 8C durch durchgezogene Linien gezeigt, wird der Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Druckerhöhungskolbenventils (zweites Steuerventil) 43 so eingestellt, daß er um eine vorbestimmte Zeitspanne ΔT_{close} vor dem Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils (erstes Steuerventil) 28 liegt. Die vorbestimmte Zeitspanne ΔT_{close} wird als ein Zeitintervall (Spanne) berechnet, durch die die Form der Einspritzraten-Wellenform ausgezeichnet aufrechterhalten werden kann und eine Öffnungszeitspanne ΔT_c des elektromagnetischen Druckerhöhungskolbenventils 43 minimiert wird (das heißt, die Zeitspanne, in der Hochdruck-Kraftstoff auf den Injektor 38 wirkt, wird minimiert). Ein Verfahren zur Einstellung und Berechnung der vorbestimmten Zeitspanne ΔT_{close} ist ähnlich zu jenem in der oben erwähnten ersten Ausführungsform.

[0056] In der verwendeten Technik wird dafür gesorgt, wie in Fig. 7B und Fig. 8B durch gepunktete Linien gezeigt, daß der Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Druckerhöhungskolbenventils (zweites Steuerventil) 43 mit dem Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils (erstes Steuerventil) 28 zusammenfällt.

[0057] Gemäß der Ausführungsform wird, da dafür gesorgt wird, daß der Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Druckerhöhungskolbenventils 43 früher als der Zeitpunkt des Schließens des elektromagnetischen Injektorsteuerventils 28 liegt, eine Zeitspanne, in der Hochdruck-Kraftstoff auf den Injektor 27 wirkt, verkürzt. Als Ergebnis wird der Leckkraftstoff aus dem Injektor 6 reduziert, die Arbeit zum Betreiben der Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe 1 wird reduziert und daher wird die Belastung des Motor reduziert und die Kraftstoffkosten werden verbessert.

Injektors (6, 27);

wobei die Steuereinrichtung (4, 24) die Kraftstoffquelle (3, 30, 10, 23) zur Lieferung des Kraftstoffs an den Injektor (6, 27) von der Hochdruck-Kraftstoffquelle (3, 30) zur Niederdruck-Kraftstoffquelle (10, 23) um eine vorbestimmte Zeitspanne vor einem Zeitpunkt umschaltet, zu dem der Injektor (6, 27) eine Einspritzung des Hochdruck-Kraftstoffs beendet.

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung eines Motors nach Anspruch 1, wobei die vorbestimmte Zeitspanne innerhalb eines Bereichs eingestellt wird, in dem eine Abnahme der Injektor-Einspritzrate, die durch das Umschalten der Kraftstoffquelle (3, 30, 10, 23) zur Lieferung des Kraftstoffs an den Injektor (6, 27) von der Hochdruck-Kraftstoffquelle (3, 30) zur Niederdruck-Kraftstoffquelle (10, 23) verursacht wird, sich nicht auswirkt, bevor der Injektor (6, 27) die Einspritzung beendet.

3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung eines Motors nach Anspruch 1 oder 2, wobei die vorbestimmte Zeitspanne entsprechend dem Kraftstoffdruck der Hochdruck-Kraftstoffquelle (3, 30) eingestellt wird.

4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung eines Motors nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die vorbestimmte Zeitspanne entsprechend einer Kraftstofftemperatur der Hochdruck-Kraftstoffquelle (3, 30) eingestellt wird.

5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung eines Motors nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Hochdruck-Kraftstoffquelle (3) ein gemeinsames Hochdruck-Verteilerrohr bzw. common rail (3) zur Speicherung des Hochdruck-Kraftstoffs ist, und die Niederdruck-Kraftstoffquelle (10) ein gemeinsames Niederdruck-Verteilerrohr bzw. common rail (10) zur Speicherung des Kraftstoffs, der vom gemeinsamen Hochdruck-Verteilerrohr (3) geliefert wird, und zur Steuerung eines Drucks des Kraftstoffs ist, so daß er den Niederdruck-Kraftstoff bildet.

6. Kraftstoffeinspritzvorrichtung eines Motors nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Niederdruck-Kraftstoffquelle (23) ein gemeinsames Niederdruck-Verteilerrohr bzw. common rail (23) zur Speicherung des Niederdruck-Kraftstoffs ist und die Hochdruck-Kraftstoffquelle (30) ein Kraftstoff-Druckerhöhungsmechanismus (30), der durch das Umschalten der Umschalteneinrichtung (24) aktiviert wird, zur Druckerhöhung des Niederdruck-Kraftstoffs ist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung eines Motors, wobei die Kraftstoffeinspritzvorrichtung aufweist:
eine Hochdruck-Kraftstoffquelle (3, 30), die in der Lage ist, einen Hochdruck-Kraftstoff zu liefern;
eine Niederdruck-Kraftstoffquelle (10, 23), die in der Lage ist, einen Kraftstoff mit einem Druck zu liefern, der niedriger als ein Kraftstoffdruck der Hochdruck-Kraftstoffquelle (3, 30) ist;
eine Umschalteneinrichtung (8, 43);
einen Injektor (6, 27), der über die Umschalteneinrichtung (8, 43) mit der Hochdruck-Kraftstoffquelle (3, 30) und der Niederdruck-Kraftstoffquelle (10, 23) verbunden ist; und
eine Steuereinrichtung (4, 24) zur Steuerung der Umschaltung der Kraftstoffquellen (3, 30, 10, 23) durch die Umschalteneinrichtung (8, 43) und des Betriebs des

Fig. 1

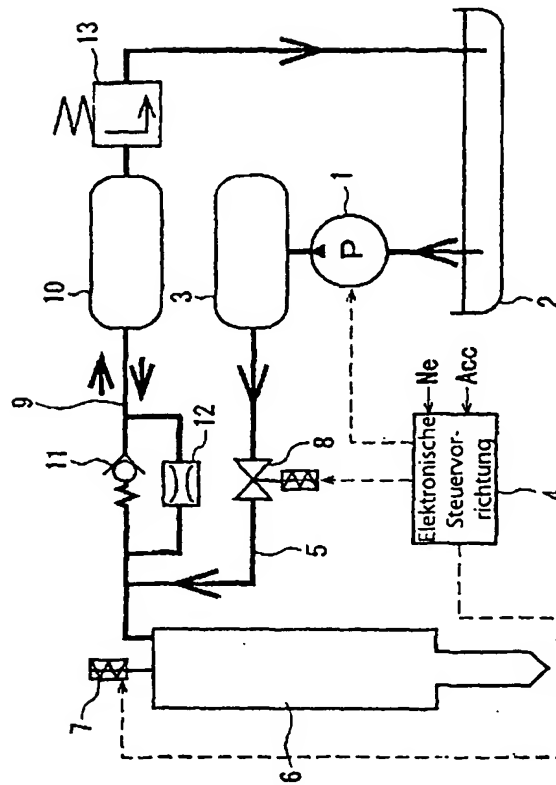


Fig. 2A



Fig. 2B

Elektromagne-
tisches Druckum-
schaltventil 8

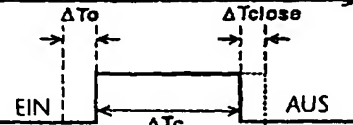
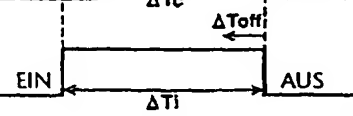


Fig. 2C

Elektromagne-
tisches Injektor-
steuerventil 7



Zeit

Fig. 3A

Fig. 3B

Fig. 3C

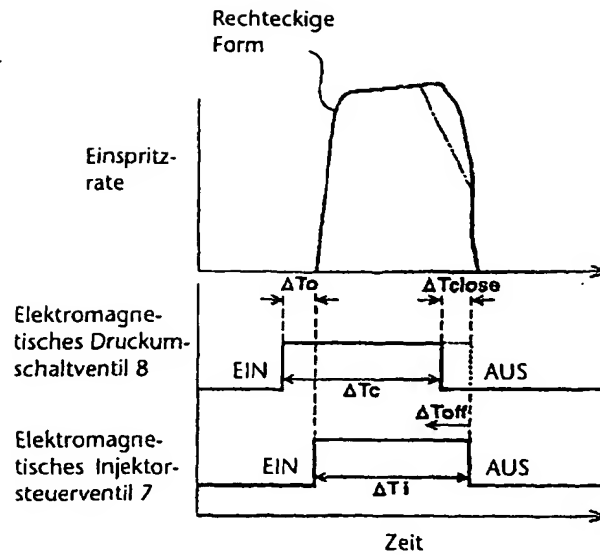


Fig. 4A

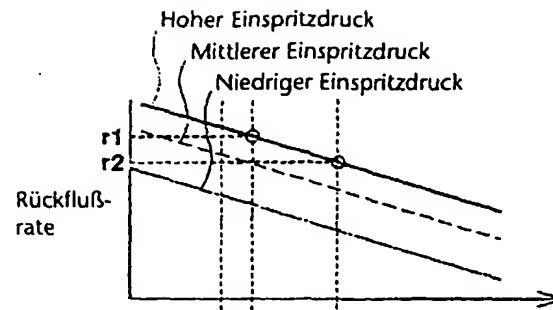


Fig. 4B

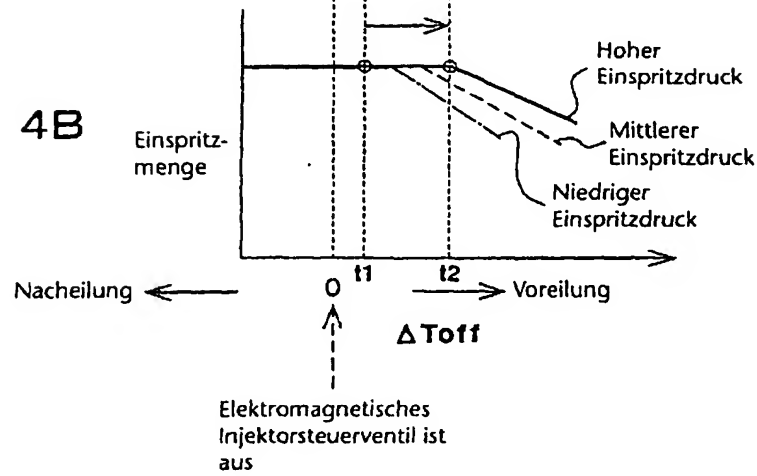


Fig. 5

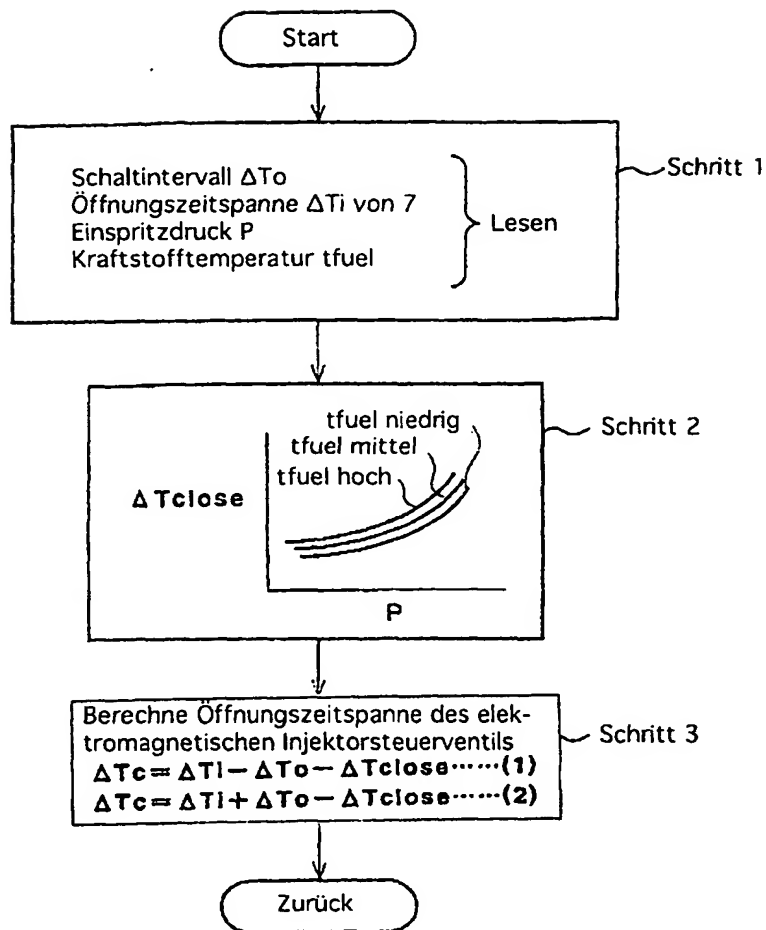


Fig. 6

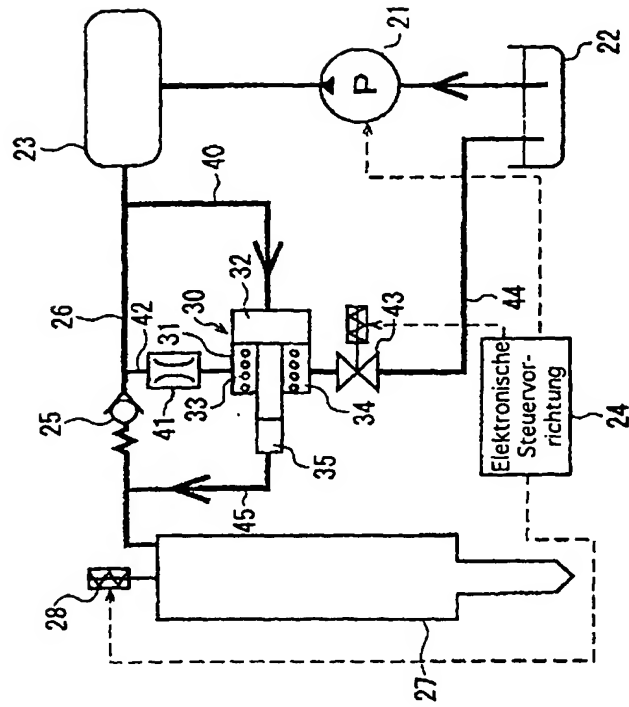


Fig. 7A

Einspritz-
rate

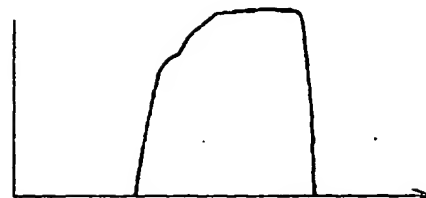


Fig. 7B

Elektromagne-
tisches Druck-
erhöhungs-
kolbenventil 43

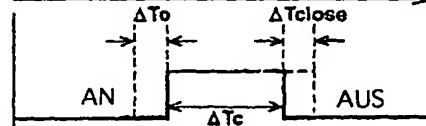


Fig. 7C

Elektromagne-
tisches Injektor-
steuerventil 28



Zeit

Fig. 8A

Einspritz-
rate

Fig. 8B

Elektromagne-
tisches Druck-
erhöhungs-
kolbenventil 43

Fig. 8C

Elektromagne-
tisches Injektor-
steuerventil 28

